Prólogo



Cuando se realizaron las primeras entrevistas domiciliarias en la comunidad quechua-hablante de Ayamachay, en el marco del Proyecto de la GTZ-OPS, «Mejoramiento de las condiciones ambientales de la población indígena», lo más difícil fue entrevistar a las mujeres, cuando cocinaban, debido a que los entrevistadores no soportaban el humo producido por la leña de eucalipto , al extremo de abandonar el lugar por la tos que les provocaba el humo.

Era evidente que esta manera de cocinar no tenía nada que ver con las imágenes románticas que se ven en las películas, cuando las estrellas de cine se reunen delante de una chimenea con fuego dorado, en una elegante casa de campo.

Las cocinas andinas son pequeñas habitaciones, casi sin ventanas y con las paredes y techos tan negros que, inclusive, no permiten ver lo que se está cocinando en la olla. Es como cocinar a ciegas. Si se toca el techo, la mano se queda pegada por el hollín acumulado. Cocinar en estas condiciones hace suponer que los pulmones de las señoras que cocinan, se deben parecer a los de un fumador adicto. Y ellas, no sólo pasan varias horas diarias cocinando si no que , generalmente, lo hacen acompañadas de sus hijos más pequeños.

El proyecto piloto inicial tenía como objetivo el mejoramiento del abastecimiento del agua potable, higiene y saneamiento, sin embargo, después de observar el problema que causaba el humo en la salud de las personas se acordó incluir en el proyecto la validación e instalación de modelos de cocina mejoradas para eliminar el humo del interior de las viviendas e incrementar, también, la práctica de hervir el agua con menos combustible. Rápidamente nos dimos cuenta de la dimensión de este tema: en el Perú un 40% de la población, es decir alrededor de 9 millones de personas, utilicen diariamente leña, carbón, residuos agrícolas o bosta como combustible. Además, las estadísticas indican que las enfermedades respiratorias son las mas frecuentes, sobre todo en la población que vive en la sierra y en situación de pobreza. Habrá una relación?

Fue así que se encargó el proyecto del mejoramiento de las cocinas al **Ing. José Humberto Bernilla Carlos** quien hizo posible los resultados que presentamos en esta publicación. Las «Cocinas Incawasi», así se llamó al nuevo modelo, se implementaron en el 90% de las viviendas del caserío Ayamachay lo que indicó una alta aceptación de la población y especialmente satisfacción de las usuarias directas.

Según investigaciones previas se encontró que en los Andes casi no existía investigación sobre el impacto del humo producido por el uso de leña en las cocinas, en la salud de los pobladores. Por ello, se decidió realizar una investigación de salud, responsabilidad que estuvo a cargo del **Dr. Roberto Accinelli Tanaka** de la Universidad Cayetano Heredia quien junto con su equipo de médicos pudo demostrar la relevancia de este tema que ha sido ignorado injustamente por mucho tiempo.

Agradecemos al Ing. Bernilla y al Dr. Accinelli, quienes además aportaron como coautores a esta publicación; al Ing. José Reto, a la Lic. María Vasquez, a Marcelo Korc (CEPIS/OPS), y a las instituciones del Grupo de Trabajo Local de Lambayeque (ONGD CENTRO ECO, al Gobierno Regional, a la DISA de Lambayeque y la Municipalidad Provincial de Ferreñafe y otros) por el apoyo que dieron a este importante proyecto. En el 2005, la ONGD Centro ECO unió los esfuerzos con Winrock International para implementar un proyecto de difusión de las cocinas en el distrito de Incawasi.

Eco. Klas Heising
Asesor Regional, GTZ

Ing. Eugenio Bellido
Director Saneamiento Básico, DIGESA

Dr. Homero Silva
Asesor de la Salud Ambiental, OPS - Perú

Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
Cooperación Técnica Alemana
Los Incas 172, piso 6
San Isidro, Lima 27 - Perú

Proyecto Regional:
La Salud de las Comunidad Indígenas
Convenio GTZ-OPS/OMS

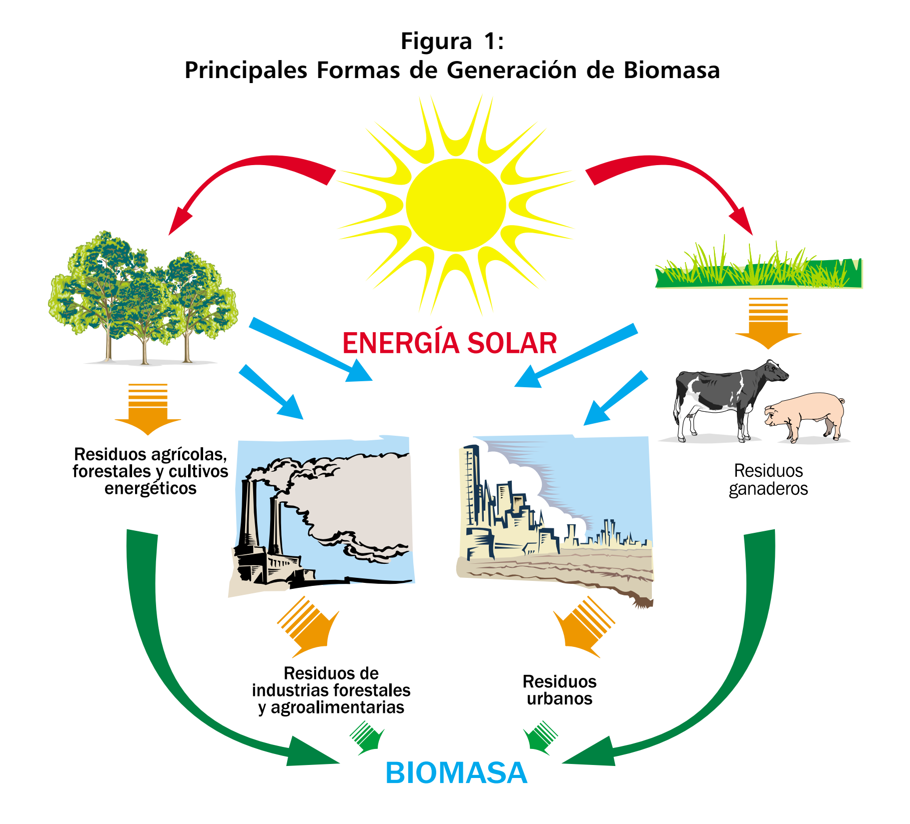
Autor: Econ. Klas Heising
Redacción:
Diseño: José García
Fotos: Econ. Klas Heising

La Implementación de Cocinas Saludables como Intervención Clave en el Mejoramiento de la Salud Ambiental en los Andes

I.- La Relevancia del Tema en el Perú

La contaminación del aire al interior de las viviendas, es un problema de salud pública. De acuerdo con las cifras de la Organización Mundial de la Salud, esta es responsable de aproximadamente 1'849,000 muertes cada año en los países en desarrollo. Así también el Banco Mundial estima que 400 millones de niños y 700 millones de mujeres están expuestas a severas condiciones por la exposición a la contaminación por el uso de biomasa para cocinar y calentarse. Estudios desarrollados en países latinoamericanos como Guatemala, México, El Salvador, Perú, entre otros asiáticos como China, India y Tailandia, hallan una relación entre la presencia de elevadas concentraciones de contaminantes del aire interior provenientes de la quema de biomasa y carbón y los efectos adversos en la salud de la población expuesta, principalmente de los grupos considerados como mas vulnerables, los niños menores de cinco años y las mujeres[1].

Figura 1:
Principales Formas de Generación de Biomasa



[1] Diagnostico comparativo de la calidad del aire de los interiores de las viviendas en dos poblaciones indígenas del Perú.

Combustibles de Biomasa

El combustible de biomasa, se refiere en su sentido mas sencillo a materiales o restos de plantas o estiércol de animales, siendo el biocombustible mas empleado la leña, seguido del carbón vegetal, el estiércol y los residuos de cosechas.

El cocinar con fuego abierto en el hogar, es conocido como la tecnología humana más antigua del mundo, y todavía en muchos casos es la tecnología prevalente. Para muchas poblaciones en el mundo, este modo de cocinar explica la mayor demanda de energía directa. La demanda de combustibles domésticos constituye más de la mitad de la demanda de energía en muchos países en via de desarrollo.

En el Perú, la leña se usa en todo el país. Tanto en la selva como en la sierra rural constituye el combustible mas importante para cocinar los alimentos. También es utilizado en numerosas industrias rurales como la del té, café, producción de carbón vegetal y de cal, panificación, cocido de ladrillos, etc. Esta demanda ha originado mucha presión en los bosques. En la sierra, el uso de las especies forestales como leña para la cocción de alimentos supera todos los usos alternativos: fabricación de muebles y herramientas, construcción, uso medicinal, forraje, etc. Se estima que de los 7 millones de habitantes de la Sierra Peruana, unos 4 millones usan biomasa para cocinar, ya que el uso de fuentes alternativas como el kerosene, es limitado por los escasos recursos económicos de los habitantes. Sin embargo, cabe mencionar que la falta de los árboles y



bosques en algunas zonas altoandinas, hace que haya poca oferta de leña y otros productos forestales, por lo que en estas zonas los campesinos utilizan el estiércol del ganado para cocinar sus alimentos. En la costa el uso de la leña como combustible doméstico es menor, y se da más en la zona norte, donde emplean los recursos forestales de los bosques secos[2]. En la ciudad, la leña es producto de la tala ilegal y del contrabando.

Las cocinas tradicionales de tres piedras o adobes son muy ineficientes, en el sentido que solo aprovechan el 10% a 15% de la energía almacenada en la leña. Además, sobre todo en las zonas andinas por razones del clima, los ambientes donde se cocinan tienen una mínima ventilación, llevando a grandes exposiciones de humo para las personas presentes en ellos. **Los niveles de exposición a substancias tóxicas en la combustión de biomasa superan en diez, veinte o más veces los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud[1].**

[2] Evaluación del efecto de los combustibles de biomasa en el aparato respiratorio en tres comunidades rurales andinas Cutini Capilla (3850 msnm, Puno), Ayamachay y Uyshahuasi (2850 msnm, Lambayeque), Roberto Accinelli, Cecilia Yshii, Eduardo Córdova, Marita Sánchez-Sierra, Celia Pantoja, Jessica Carvajal, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, 2004



En el Perú el 30% de la población total vive en zona rural. Según la Encuesta Nacional de Hogares del INEI del año 2001, el 78,4 % de esta población rural se encuentra en situación de pobreza y pobreza extrema. Lo que se expresa en inaccesibilidad, falta de higiene, vivienda insalubre, analfabetismo, falta de saneamiento, carencias tecnológicas, etc. Asimismo, en estos lugares es tradicional el empleo de combustibles de biomasa constituyendo una amenaza adicional para la salud de las personas.

En el Perú puede afirmarse que el uso de combustibles sólidos, y los niveles de pobreza, tienen relación directa, ello puede verificarse al revisar la siguiente información:

Cuadro 1:
Población que Utiliza Combustibles Sólidos (Biomasa)
Según Ámbito Geográfico - Año 2002

Ámbito		Porcentaje (%)
Costa	Urbana	31.77
	Rural	87.96
Sierra	Urbana	45.00
	Rural	76.22
Selva	Urbana	61.82
	Rural	95.54
Lima Metropolitana		3.66
Total Urbano		25.92
Total Rural		82.05
Total Nacional		42.97

Fuente: INEI 2001.

Cuadro 2:
Uso de Combustibles Sólidos (Biomasa) por Niveles de Pobreza
Años 1997, 2001 y 2002

Nivel de Pobreza	Porcentaje (%)		
	1997	2001	2002
Pobre Extremo	34.45	80.21	77.75
Pobre	28.36	51.28	46.03
No Pobre	37.2	24.19	23.49
Total	39.22	45.75	42.97

Fuente: INEI 2001.

La preocupación del uso de leña como combustible, no sólo se circunscribe a los impactos en la salud humana, sino también al ambiente, dado que el uso de leña ha ocasionado deforestación y por ende erosión y disminución de fuentes de agua: En el Informe de «Experiencias de Lucha contra la Desertificación en Zonas Semiáridas pobres de América Latina y el Caribe», se indica que en la Sierra del Perú existen fuertes problemas de degradación de sus frágiles ecosistemas, debido a la acción del hombre al utilizar tecnologías no apropiadas al medio, estimándose una tasa de deforestación nacional de 220,000 ha/año y muy graves problemas de erosión, ya que el 72 % de los registros de erosión severa (5'800,00 ha) corresponde a la sierra. Estas razones han conllevado a que diversas instituciones emprendan programas de Lucha contra la Deforestación y Desertificación, los mismos que incluyen el uso racional de la leña, así como la implementación de cocinas mejoradas a fin de obtener una eficiencia energética mayor y por ende menor consumo de leña[1].







II.-Efectos de la Exposición a la Combustión de Biomasa en Interiores de las Viviendas sobre la Salud Humana

Desde siempre en el Perú se ha usado los combustibles de biomasa para preparar alimentos. Recién hace unos 25 años se ha reparado que podían producir problemas respiratorios. Se observó que mujeres mayores de 60 años, de la sierra, con tos crónica y expectoración, presentaban al examen espiración prolongada, roncantes y en ocasiones crépitos. En su radiografía de tórax se halló que los pulmones eran grandes, y que había infiltrados bronquiales y dilataciones bronquiales en las bases. En sus espirometrías había un patrón mixto, restrictivo y obstructivo no reversible. Y todas con un antecedente común: que habían cocinado con leña.



Uso de combustibles de biomasa para preparar alimentos.

Cuando los neumólogos del Laboratorio de Respiración del Instituto de Investigaciones de la Altura de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hicieron estas primeras observaciones creyeron que habían descubierto una nueva enfermedad, pues no existía descripciones al respecto en los libros de medicina anglosajones en uso en ese momento en el país.

Grande fue su sorpresa cuando encontraron que Restrepo en el Hospital Santa Clara de Santafé de Bogotá, Colombia, habían ya realizado un primer trabajo publicado el año 1980. También vieron que se había observado esta asociación en Nepal, China, India, Nueva Zelanda y en otros países del mundo en desarrollo. Es que la información de investigaciones de problemas de los países pobres llega a otros grupos de países en desarrollo con mucha dificultad y por lo general sólo después de ser publicada en revistas científicas de países desarrollados.



Las paredes de esta cocina se han refaccionado antes de implementar la Cocina Incawasi, mientras el techo está negro del ollín acumulado

Para ver la magnitud del daño producido al pulmón Accinelli hizo el primer trabajo sobre exposición a leña



utilizando, a sugerencia del Dr. Hever Kruger, patólogo que realizó este estudio, a dos grupos de cuyes. En la sierra del Perú los cuyes son tradicionalmente criados por las amas de casa, para que crezcan grandes y sabrosos, en las cuyeras que están en la parte baja de las cocinas de leña. Se halló que en los cuyes criados dentro de las habitaciones destinadas a cocina la relación entre el peso de los pulmones con el peso total fue mayor que en los criados en corrales. Sus pulmones tenían múltiples puntos y manchas de color negro.


El uso de estos combustibles produce problemas respiratorios.

Al estudiar con el microscopio había proliferación glandular bronquial, destrucción de los septos alveolares (enfisema), nódulos antracóticos y zonas de proliferación fibroblástica. Sólo con 1 ó 2 años de exposición a leña, que es el tiempo que viven los cuyes, se producía en los pulmones estos cambios.

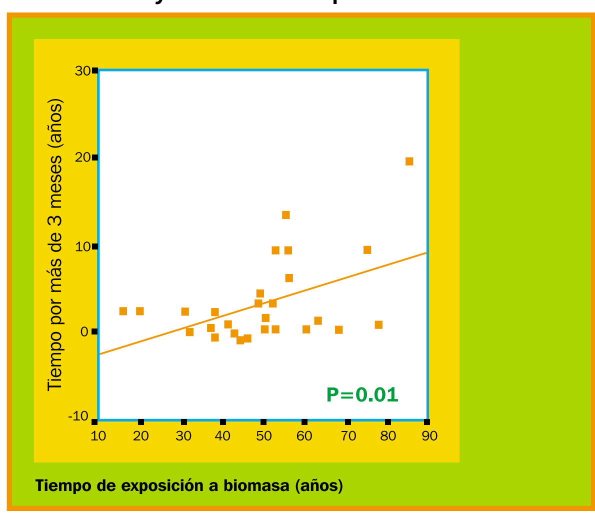
En el problema de la exposición a combustibles de biomasa en el Perú se hacen patentes varias de las grandes diferencias de nuestro país. Es un problema de los más pobres y de los que residen en zonas rurales. Pero cuando estudiamos el problema en ciudades, como en el trabajo de Accinelli en Barranca y Tarma en el que se halló que en los hogares de los niños expuestos a combustibles de biomasa había una mayor cantidad de personas por habitación ($p=0.006$) comparado con los hogares no expuestos, vemos que la pobreza no sólo obliga a usar combustibles de biomasa sino que los que los usan viven más hacinados. Y curiosamente, en el mismo trabajo se encontró que los niños expuestos a combustibles de biomasa pasaban mayor tiempo dentro de sus hogares que los niños no expuestos, ($p=0.064$) lo que incrementa más la exposición.

Y en el empleo de los combustibles de biomasa se aprecia otra vez la inequidad de género, pues son las mujeres las más afectadas. En el estudio hecho en las comunidades de Cutini Capilla en Puno, Ayamachay y Uychahuasi en Inkahuasi, Lambayeque, por Accinelli a solicitud de la GTZ y OPS, se encontró que ellas pasan dentro de la casa unas 4 horas más que los varones. Además, están un par de horas más al día dentro de la habitación en donde está el fogón. Accinelli encontró en dos comunidades situadas una a nivel del mar y la otra a 2,400 msnm que el flujo espiratorio máximo observado de las mujeres de ambas comunidades era significativamente menor que el predicho y que en ellas, pero no en los varones, esta relación disminuía significativamente con los años de exposición.

En el mismo estudio Accinelli encontró que la presencia de síntomas respiratorios se incrementaba a más años de exposición a combustibles de biomasa. Y en el estudio de Cutini Capilla en Puno, Ayamachay y Uychahuasi en Inkahuasi, Lambayeque, se encontró una relación directa entre años con tos por más de tres meses y años de exposición a los combustibles de biomasa. (Figura 2)

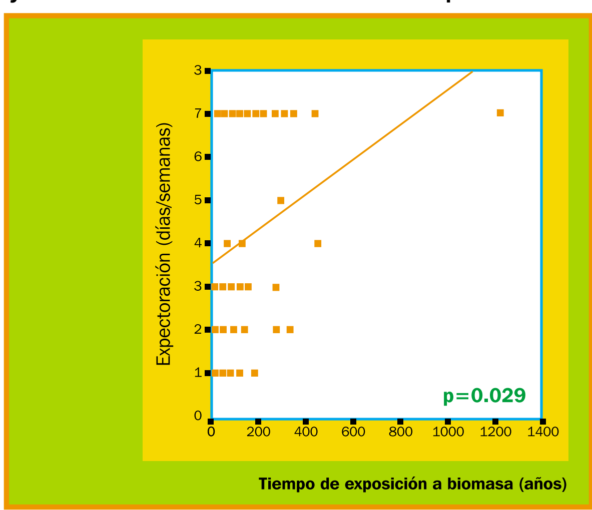


Fig. 2: Relación entre años de exposición al humo de la leña y años con tos por mas de 3 meses



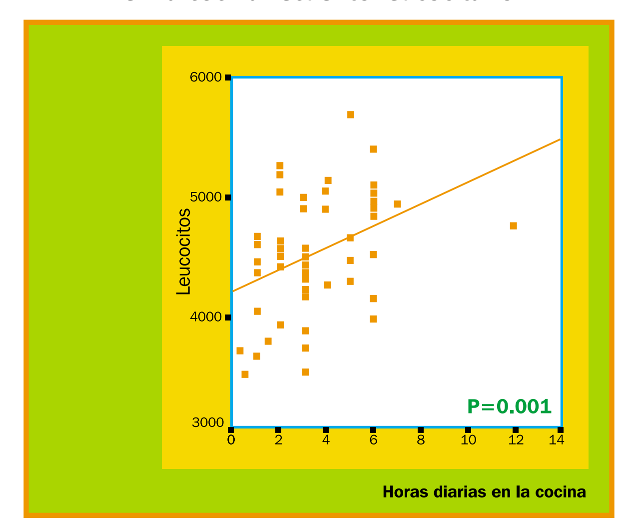
Como es importante el número de años de exposición a los combustibles de biomasa y el número de horas que la persona pasa diariamente en la cocina se han juntado ambos en el índice de exposición que es el producto del número de años por el de horas. Accinelli encontró en Cutini Capilla en Puno, Ayamachay y Uychahuasi en Inkahuasi, Lambayeque, que a mayor índice de exposición más días a la semana con expectoración. (Figura 3)

Fig. 3: Relación entre índice de exposición a leña y número de días a la semana con expectoración



En las comunidades de Cutini Capilla en Puno, Ayamachay y Uychahuasi en Inkahuasi, Lambayeque, Accinelli encontró que las mujeres tenían en un 64.6% tos durante las últimas dos semanas, mientras que entre los hombres este porcentaje fue de 43.5%. (p=0.017) Y otro hallazgo muy interesante es que las mujeres tenían un número mayor de leucocitos (4,587.5) que los hombres (4,569.3)(p=0.017), indicando una mayor respuesta inflamatoria asociada a pasar más tiempo en contacto con los combustibles de biomasa. Y se encontró que a más horas en la cocina mayor número de leucocitos en la sangre. (Figura 4)

Fig. 4: Relación entre el número de horas al día en la cocina recuento leucocitario



A nivel mundial se reconoce que la bronquitis crónica, definida como tos y expectoración durante al menos 3 meses consecutivos durante dos años seguidos, se debe al empleo de tabaco. Accinelli encontró, en un estudio polietápico por conglomerados, que el 6.45% de los encuestados de Barranca sufría de bronquitis crónica mientras que en Tarma era el 3.75%. Pero sólo una persona decía fumar 5 cigarrillos diarios, cifra insuficiente para ser considerada como causa de bronquitis crónica. Tampoco ninguno había tenido previamente tuberculosis o enfermedad respiratoria



importante. En cambio el 58.7% y el 83.12% de las personas en Barranca y Tarma con bronquitis crónica decían que durante su niñez habían estado expuestas a combustibles de biomasa, cifra más elevada que el 36.77% y 38.12%, de mayores de 14 años con este antecedente. Esta relación de bronquitis crónica con exposición a combustibles de biomasa durante los primeros años de vida Accinelli también la ha encontrado entre escolares de secundaria y universitarios del Cuzco y Ayacucho, en que hasta poco más del 15% refieren tener bronquitis crónica.

El mismo grupo de la Universidad Peruana Cayetano Heredia estudió en 60 mujeres con mínimamente 30 años de exposición a combustibles de biomasa sin antecedente de tabaquismo, TBC o cirugía toráxica. Las que tenían radiografía de tórax anormal tuvieron un mayor tiempo de exposición a los combustibles de biomasa. Pero mejor es evaluar el compromiso funcional que el radiológico. Dentro de los hallazgos espirométricos se halló que el 50% de ellas presentaba alguna anormalidad espirométrica.


Espirometría

En la espirometría medimos la cantidad de aire que puede eliminar una persona, luego de haber hecho una inspiración máxima.

A la cantidad de aire que botamos luego de haber llenado totalmente los pulmones la llamamos capacidad vital.(CV) Si este registro de volúmenes lo vamos haciendo relacionándolo con el tiempo en que la persona demora en eliminar totalmente el aire de sus pulmones tenemos una espirometría cronometrada. En la espirometría cronometrada podemos determinar la cantidad de aire que eliminamos en un determinado tiempo, y podemos hallar la pendiente de la curva volumen-tiempo que se forma. Las personas que tienen una enfermedad que compromete a los conductos por los que circula el aire dentro de los pulmones (la tráquea, los bronquios y bronquiolos) demorarán más tiempo en lograr botar todo el aire de los mismos y esto lo determinaremos si medimos el volumen del aire exhalado en forma forzada en un tiempo determinado. La cantidad de aire que eliminamos en el primer segundo la llamaremos volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) y será menor, por ejemplo en un asmático, que en una persona sana. La pendiente la podemos determinar en la línea que se forma al unir los puntos correspondientes al 25% y 75% de la capacidad vital y tendremos el flujo espiratorio forzado 25-75%. (FEF 25-75%) La forma de diferenciar si se trata de una enfermedad que disminuya el tamaño de los pulmones, que se llama proceso restrictivo, de una que afecte a las vías aéreas, que se llama proceso obstructivo, es determinando la relación entre VEF1/CV. Cuando esta relación es menor al 80% decimos que es un proceso obstructivo.

En el análisis de regresión lineal simple hubo correlación inversa altamente significativa entre el número de años de exposición y la caída del CFV, VEF1, FEF25%-75%, en el análisis de regresión lineal múltiple que incluyó estas 3 variables espirométricas y el VEF1/CVF, sólo hubo correlación entre el VEF1 y el número de años de exposición. En cambio en el estudio en las comunidades de Cutini Capilla en Puno, Ayamachay y Uychahuasi en Inkahuasi, Lambayeque se encontró que



la relación VEF1/CVF, que es una medida de obstrucción de las vías aéreas, disminuía significativamente conforme aumentaban los años de exposición a los combustibles de biomasa. (Figura 5)

Fig. 5: Relación entre años de exposición al humo de leña y VEF1/CVF

VEF/CV % basal
p=0.008
Tiempo de exposición (años)

En el Perú el grupo del Instituto de la Altura de la Universidad Peruana Cayetano Heredia al evaluar en las comunidades de Cutini Capilla en Puno, Ayamachay y Uychahuasi en Inkahuasi, Lambayeque, con saturación de oxígeno y gases en sangre encontró que la presión parcial y la saturación de oxígeno disminuían con el tiempo de exposición a combustibles de biomasa. (Figuras 6 y 7)

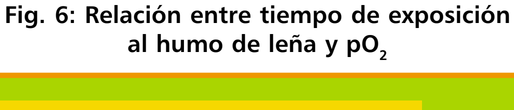


Fig. 6: Relación entre tiempo de exposición al humo de leña y pO_2

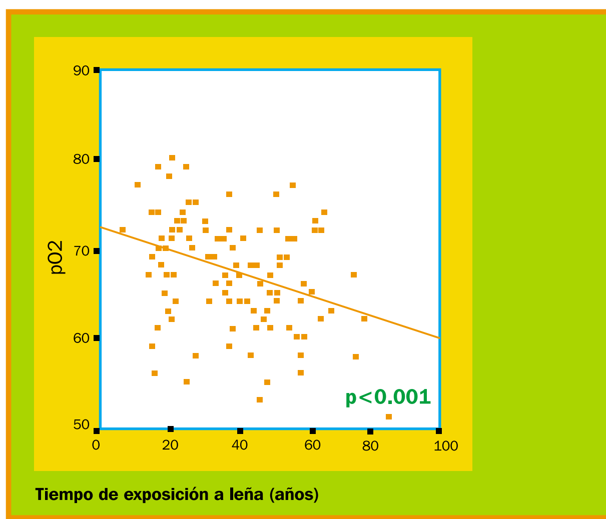
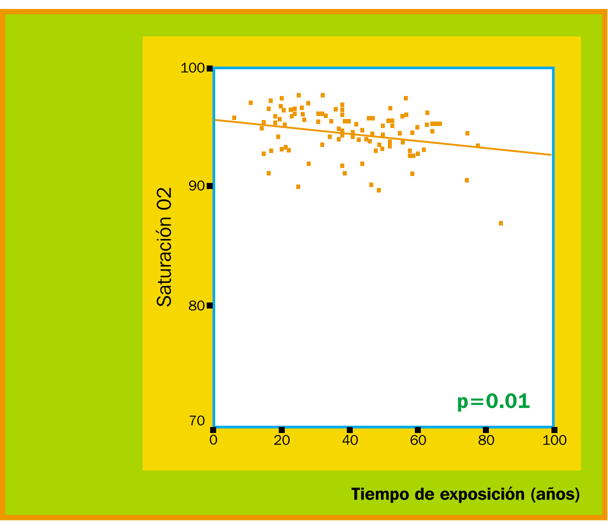


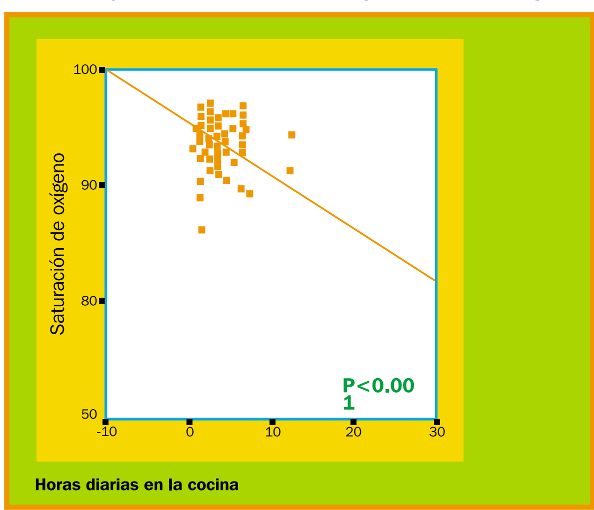
Fig. 7: Relación entre tiempo de exposición al humo de leña y saturación de O_2





Igualmente la saturación de oxígeno disminuía con el tiempo dentro de la cocina. (Figura 8)

Fig. 8: Relación entre el tiempo dentro de la cocina y la saturación de oxígeno en la sangre



Uno de los trabajos más interesantes realizados por el grupo de la Universidad Peruana Cayetano Heredia es un estudio caso control, que incluyó 46 casos y 46 controles apareados por edad, sexo, raza, lugar de nacimiento, estado civil, grado de instrucción y ocupación. Los casos fueron pacientes con cáncer de pulmón confirmado histopatológicamente. En los controles se descartó cáncer de pulmón mediante historia clínica y radiografías de tórax.

El odds ratio corregido por regresión logística fue de 5.11 para los expuestos a combustibles de biomasa y fue de 6.59 para los que consumieron cigarrillos y



3.78 para los que tenían el antecedente de neoplasia maligna familiar. Asimismo se encontró correlación linear entre el número de horas-años de exposición al humo de la combustión de biomasa con el desarrollo de cáncer pulmonar, con un coeficiente de Spearman de 0.36, $p<0.01$.

Hoy sabemos, por todos los estudios realizados a nivel mundial, que hay varias categorías de enfermedades que pueden ser debidas a exposición a la combustión de biomasa:

Estas son la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y cor pulmonale, secundario al daño pulmonar; el cáncer, particularmente de pulmón y nasofaringe; las infecciones respiratorias agudas, particularmente en niños, debido a disminución de los mecanismos de defensa pulmonares; la tuberculosis; infecciones oculares, debido al efecto irritante del humo sobre las mucosas; bajo peso al nacer, debido a la exposición materna y asociada a una gama de enfermedades perinatales y del infante; exacerbaciones de asma bronquial.



III.- Una Intervención Exitosa: Las Cocinas Incawasi

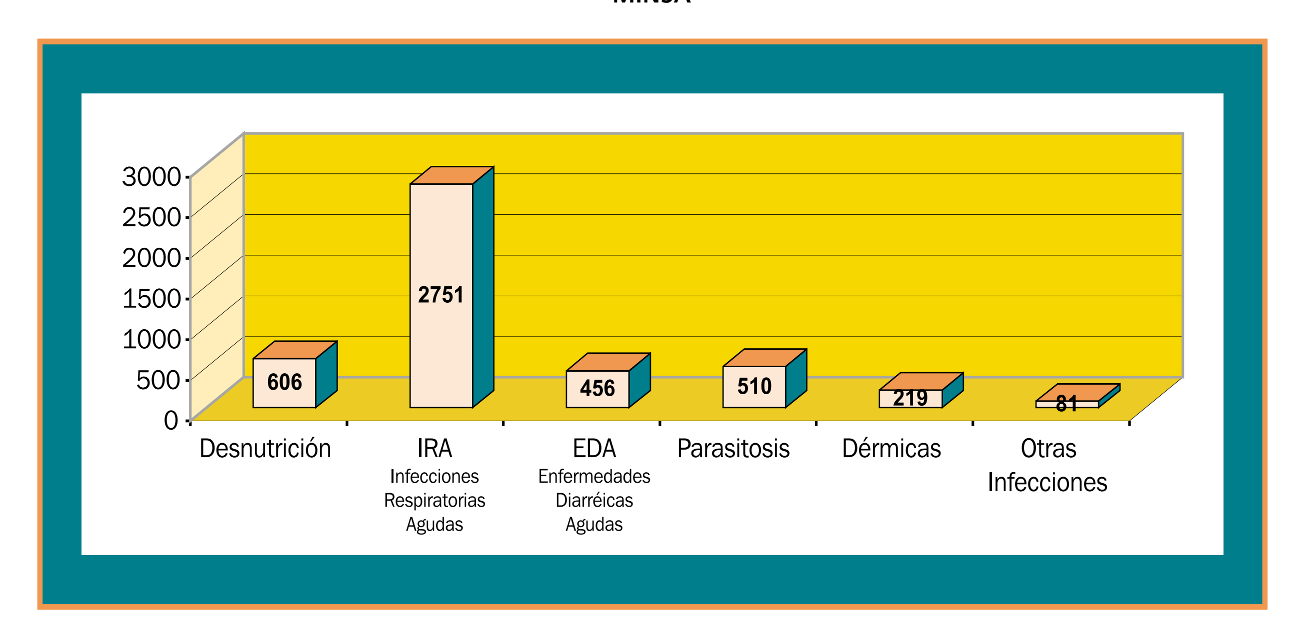
El Piloto en Ayamachay:

Ayamachay, distrito de Incawasi, es un caserío típico de la Sierra Lambayecana con unas 60 viviendas dispersas entre 2600 a 3200 msnm donde habitan aproximadamente 350 personas quechuahablantes, siendo la principal ocupación de los varones la agricultura y de las mujeres su casa, el acopio de leña, crianza de animales y apoyo en la agricultura.

En el 54% de los hogares hay niños menores de 5 años y la mayoría de ellos está con sus madres a la hora de preparar alimentos. Todas las viviendas tienen las paredes de adobe, piso de tierra afirmada, techo de calamina o torta de barro, con dormitorios, comedor y otros ambientes separados de la cocina. El 92 % de las viviendas tiene solamente ventanas minusculas en la cocina.

Las infecciones respiratorias agudas (IRA), son las enfermedades mas frecuentes en el distrito.

Cuadro 3:
Enfermedades más frecuentes reportadas en Puestos de Salud en el Distrito Incawasi 2004 MINSA





UBICACIÓN DEL PROYECTO PILOTO

Proyecto Ayamachay en Lambayeque

LORETO
AMAZONAS
PIURA
CAJAMARCA
SAN MARTIN
LA LIBERTAD
ANCASH
HUANUCO
PASCO
UCAYALI
JUNIN
LIMA
MADRE DE DIOS
HUANCAVELICA
CUSCO
ICA
PUNO
AREQUIPA
TACNA

En esta zona, entre enero a abril es la época de lluvias, por lo cual el acceso vehicular se torna factible solo entre mayo y diciembre.

El proyecto piloto, tuvo como objetivos;

- El mejoramiento de la salud ambiental (con enfoque a Agua y Saneamiento) de la población,
- Fortalecer las capacidades de autoayuda de la población,
- Diseñar una metodología exitosa e innovadora para poder replicar el proyecto en escala mayor y servir como ejemplo para proyectos con población indígena, y
- Fomentar el trabajo interinstitucional en la Región Lambayeque.

Asimismo, el piloto en su intervención tuvo como componentes;

- La creación de una demanda informada por medidas preventivas para mejorar la Salud Ambiental,
- Desarrollo in situ y construcción participativa de la infraestructura (letrinas, cocinas, lavaderos, rehabilitación y ampliación del sistema de Agua Potable),
- Capacitación técnica y administrativa de la Junta Administradora del Agua Potable y Servicios de Saneamiento (JASS),
- Educación sanitaria intercultural y bilingüe,
- Monitoreo del impacto, y
- Gestión de conocimiento y promoción de los sectores Salud y Saneamiento.





El proyecto tiene un enfoque intercultural y de demanda: Creencias y prácticas de higiene alrededor del agua, de enfermedades, y su tratamiento se estudia conjuntamente con el grupo meta. Partiendo de ahí, se desarrollan las estrategias para modificar y suplementar para llegar a practicas de higiene mejoradas. En la mayor medida posible se trabaja en Quechua. A la JASS se le otorga un presupuesto virtual con el cual pueden «comprar» diferentes alternativas tecnológicas para mejorar la situación de agua potable y saneamiento. Cuando la contrapartida local (mínimo 30%) es más grande, pueden „comprar» más. Las cocinas son parte de un paquete tecnológico (Letrinas, lavaderos, Cocinas, ampliación y rehabilitación del sistema de Agua potable) que solamente ha sido posible con el compromiso y la contrapartida local. El mencionado paquete tecnológico se logró con un presupuesto que en otras ocasiones solamente hubiera alcanzado para la intervención en letrinas.

Debe precisarse, que al tema cocinas mejoradas se llegó por casualidad; dado que la mayoría de las viviendas son dispersas y que el proyecto enfocaba el tema de Agua Potable e Higiene. En el proceso de averiguar que las técnicas de tratamiento intradomiciliario podrían ser mejoradas o introducidas para mejorar la calidad del agua, se identificó que el método de mayor práctica y aprobación entre la población era la del hervido (ebullición). Justamente en el proceso de visita para la encuesta en las viviendas, al ser insoportable y producir tos al personal técnico la cantidad de «humo» existente en las cocinas de las viviendas, se decidió en el marco del proyecto desarrollar una cocina mejorada con los siguientes objetivos:

- Evacuar el humo
- Aumentar la probabilidad que se hierva el agua
- Ahorrar leña
- Accesibilidad y economía basándose en lo posible en materiales locales
- Satisfacción de la población.

En el marco tradicional, los habitantes de Ayamachay cocinan (o mas bien cocinaban) en ambientes poco ventiladas y con poca luz, que principalmente se da del fuego abierto de las cocinas de tres piedras. En dichos ambientes, el humo es denso y agresivo, la propia estructura y las paredes y techos del interior se encuentran cubiertas o impregnados del hollín.







Procedimiento:

- Encuesta sobre preferencias y practicas locales
- Desarrollo, comparación y validación de prototipos
- Construcción de las cocinas
- Monitoreo

Preferencias y Prácticas Locales:

Los resultados de la encuesta efectuada por el proyecto de intervención para la determinación de sus prácticas actuales y preferencias entre la población de Incawasi, mostraron los siguientes resultados:

1. Durante la preparación de sus alimentos, el 45% lo efectúa sentada sobre el suelo, aproximadamente el 46 % emplea ya sea un banquito o una silla y casi 9% lo hace de pie.

2. Respecto de la obtención de la leña (biomasa), puede indicarse que es una labor familiar en el 36% de los casos y que los traen diariamente de la chacra, en el 46% de las veces corresponde específicamente dicha tarea a los niños o mujeres y en tan solo el 18 % es una función ejecutada por los hombres que la traen de la chacra.

3. Los recipientes en las cuales preparan los alimentos en la totalidad de los casos es de fierro fundido, habiéndose por lo tanto dejado de lado el empleo de recipientes u ollas de barro (arcilla).

4. Las mujeres en promedio se ubican junto a la cocina para la preparación de los alimentos casi 05 horas/día, mientras que los varones solo permanecen 2.8 horas/día.

Desarrollo, Comparación y Validación de Prototipos

En base a estos resultados se escogieron y desarrollaron 5 prototipos de cocina. En esta publicación nos restringimos a presentar los 3 mas relevantes para su comparación: La Cocina de Tres Piedras, la Cocina Mejorada Comun, la Cocina Incawasi



Cocina de Tres Piedras:

La cocina de tres piedras es el tipo de cocina mas frecuente en las zonas donde se utiliza leña como combustible. Se adecua en un lugar seco con tres piedras (o adobes) de similar tamaño dispuesto en un triángulo equilátero de tal forma que entre piedra y piedra queda un espacio para el suministro de leña.

La distancia entre piedras es de acuerdo al tamaño de la olla. Tiene la ventaja de funcionar con cualquier tipo y diámetro de olla o sartén. La combustión es incompleta y el humo se queda dentro de la vivienda.

En los Andes del sur del país y en el altiplano se utiliza mucho una cocina de terracota con tres ollas que funciona en la mayoría de los casos con bosta (estiércol de ganado). También en este caso el humo se queda en el ambiente.





Tradcional cocina de 3 piedras

La Cocina Incawasi

La Cocina Incawasi se caracteriza por la cámara de combustión en forma de codo, por las dos ollas sumergidas en los agujeros. La primera olla esta calentado por fuego directo mientras la segunda se calienta aprovechando los gases. Para diferentes tamaños de ollas se puede usar anillos reductores. Es inspirada en los "rocket stoves" y la "Estufa Justa" que el *Aprovecho Institute* desarrolló en América Central.



Cocina Incawasi

La Cocina Mejorada Común

Por el sector de agricultura y varias ONGs se ha promovido una cocina simple que consiste en dos hileras de adobe tapado por una loza y una chimenea. Tiene la ventaja que evacua los humos y que se permiten grandes trozos de leña. La desventaja es que su rendimiento es bajo y el consumo de leña es alto. En general se puede decir que en muchos casos no cumple con el propósito por la cual ha sido promovida: reducir el consumo de leña.



La cocina mejorada común



Pruebas Comparativas de las Cocinas:

En las pruebas efectuadas en los diferentes modelos ya detallados, a todas luces demostraron que la potencia, eficiencia y consumo de energía de la cocina Incawasi, fue la mejor, y luego de ser escogida por la comunidad se procedió con la construcción de forma masiva.

Cuadro 4:
Comparativo de Máxima Potencia y Eficiencia Energética entre los diferentes Modelos de Estufas construidos en el caserío de Ayamachay – Incawasi

Modelo	Potencia (w)	Eficiencia %	Consumo de Leña (Kg/h)
Estufa tres piedras	1144,00	16,27	1,608
Estufa Mejorada Común	1441,81	10,93	1,973
Estufa Incawasi	1876,70	28,19	1,367

Fuente: José Humberto Bernilla

Cuadro 5:
Consumo de Energía y eficiencia por espacio de 90 minutos a Baja Potencia de los diferentes Modelos de Estufas construidos en el caserío de Ayamachay – Incawasi.

Modelo	Energía (Mj)	Eficiencia %
Estufa tres piedras	18,1935	8,95
Estufa Mejorada Común	20,7126	5,90
Estufa Incawasi	13,7126	10,65

Fuente: José Humberto Bernilla

Cuadro 6:
Consumo de Leña y Tiempo en la Preparación de Comida Típica realizado en los diferentes Modelos de Estufas construidos en el caserío de Ayamachay - Incawasi.

Modelo	Leña (Kg)	Tiempo (min)
Estufa tres piedras	1,300	61,00
Estufa Mejorada Común	1,300	50,00
Estufa Ayamachay	0,700	35,00

Fuente: José Humberto Bernilla



Probando un prototipo de codo metálico, como cámara de combustión



Construccion de la Cocina Mejorada Inkawasi

El diseño actual de la cocina mejorada Inkawasi ha sido probada de acuerdo a las condiciones climáticas y las necesidades locales, luego de desarrollar un proceso comparativo con otros modelos de cocinas se determino que el modelo cocina mejorada Inkawasi se adapta mejor a las condiciones locales. La respuesta de los usuarios ha sido muy positiva: La demanda era tan grande que con facilidad hemos logrado una cobertura de mas de 90%.

La limpieza o pureza del aire interior del ambiente de la cocina esta garantizado por la eficiente combustión; el buen dimensionamiento de los túneles, agujeros y la chimenea mediante la cual son evacuados los gases de la combustión y material particulado.

Partes Constructivas de la Cocina Mejorada Inkawasi

Las partes constructivas de la cocina mejorada son las siguientes:

- **Armazón de la cocina.-** es la estructura base sobre la cual son instalados los diferentes componentes de la cocina, básicamente hecha de adobe y barro.



- **Cámara de combustión.-** la función de la cámara de combustión la realiza un codo cerámico de 12.7cm de diámetro interno 30.50cm de largo y 30.50cm de altura, hecha de arcilla refractaria y es instalada con un recubrimiento de ceniza(10 cm aprox.) para evitar fugas de calor.



- **Losa de concreto.-** es una estructura que sirve como soporte para las ollas; la cocina mejorada Inkawasi tiene dos losas pequeñas que son instalados en forma de cascada y tienen agujeros que sirven para sumergir las ollas y para ensamblar la chimenea.



- **Chimenea.-** es una componente cuya función es mantener una inducción adecuada de aire dentro de la cámara de combustión y evacuar los humos de la combustión en forma eficaz; en la parte superior se le ensambla un protector contra la lluvia



y para ayudar a vencer la componente vertical de los vientos. Puede ser hecha de metal, concreto o adobe.



Esta cocina mejorada se ha construido con materiales sencillos de albañilería local (adobe, barro, etc.), cemento. Son de fácil encendido, no se apagan fácilmente, y los recipientes se manipulan en su interior con facilidad; consta de dos hornillas, en una de las cuales se ubica la cámara de combustión que consiste en un codo de 90° hecho de arcilla cocida, de 5" de diámetro, y 12" de altura total, el cual se instala verticalmente y lleva una capa de ceniza como aislante térmico para ser rodeado de adobe asentado con barro, y que permite dar la forma a la cocina propiamente dicha, en el elemento horizontal del codo se divide en dos secciones mediante un elemento metálico que permite colocar en la parte superior el combustible y la otra sección queda libre para el ingreso del aire y lograr una combustión completa.

El fuego se transmite directamente a la primera hornilla, los gases calientes generados se aprovechan en una segunda hornilla antes de su paso hacia la chimenea de evacuación. El elemento que sirve de soporte para la colocación de las ollas es una losa de concreto.

El indicador de seguridad es que no hay peligro de incendios ni quemaduras porque la cámara de combustión esta muy bien aislada, la altura de operación es adecuada para las mujeres de la zona; la chimenea metálica es recubierta con barro y sobrepasa el techo de los ambientes de las cocinas, a una altura igual o mayor a 75 cm. La potencia de la estufa es de 1800 W y una eficiencia de 28%.

El aprovechamiento del calor permite que en la segunda hornilla se pueda colocar recipientes con agua, y permanentemente tener agua hervida, por consiguiente tener agua segura para su consumo en beneficio para la salud de los beneficiarios, teniendo en cuenta que la mayoría de las comunidades no consumen agua potable, así mismo al contar con agua caliente permitirá que las familias la utilicen para su aseo personal aspecto importante debido al frío de la zona.

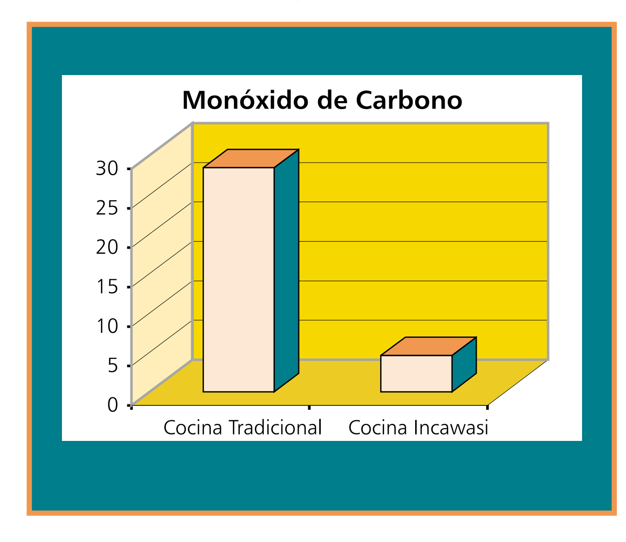
El costo de materiales ajenas a la zona: Losa, Chimenea y Camara de combustión es de alrededor de S/. 50.00 (actualmente equivale a 15.50 USD) por unidad. En costos totales directos , es decir incluyendo transporte, capacitacion, supervision, materiales locales y mano de obra se calcula S/. 110.00.

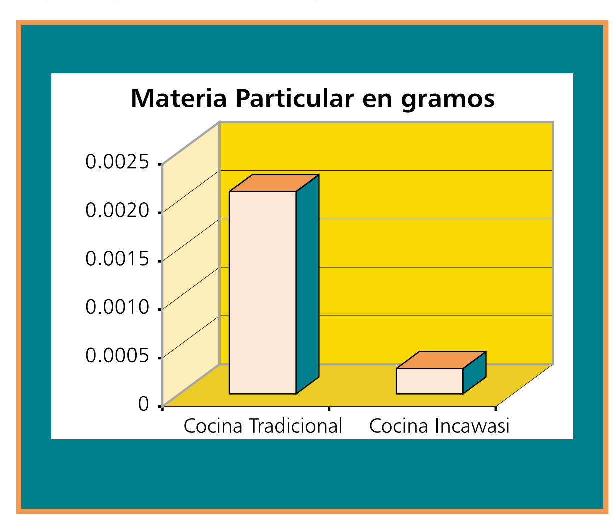


Mejoras Significativas con los Indicadores Ambientales y de Salud:

Si el diseño de la cocina modelo Incawasi es bueno, al estudiar los niveles de contaminación al interior de estas habitaciones, éstos deberían ser menores a los obtenidos cuando se prende una cocina tradicional. En las figuras 9 y 10 podemos apreciar que tanto los niveles del monóxido de carbono como los del material particulado son varias veces menos cuando se emplea el modelo de cocina Incawasi.

Figura 9 y 10:
Comparativo de Mediciones de Gases por Tipo de Cocina Empleada





La continua exposición al humo de los combustibles de biomasa produce cambios estructurales en el pulmón, que Accinelli determinó que en los cuyes ya son visibles luego de sólo un año de vivir en las cuyeras, debajo de las cocinas de leña en la sierra central del Perú. Luego, poder notar cambios clínicos cuando una persona disminuye su exposición a los contaminantes de la biomasa, cuando mejoramos el diseño de la cocina, puede demorar años en hacerse evidente. En las personas fumadoras se ha visto que se evidencia el daño producido por el tabaco a partir de un consumo de 30 paquetes-años, que viene a ser fumar diariamente una cajetilla al día por 30 años.



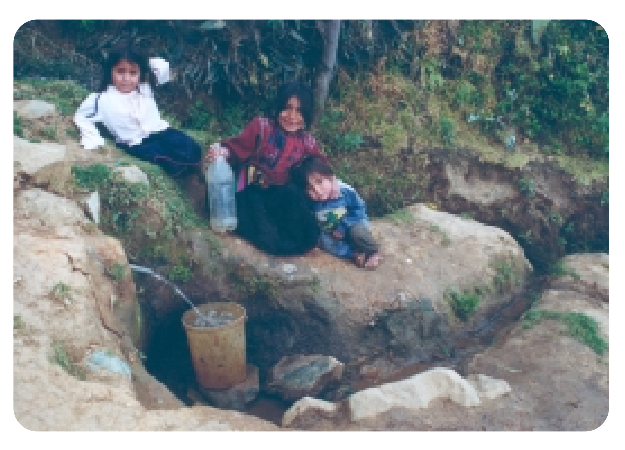


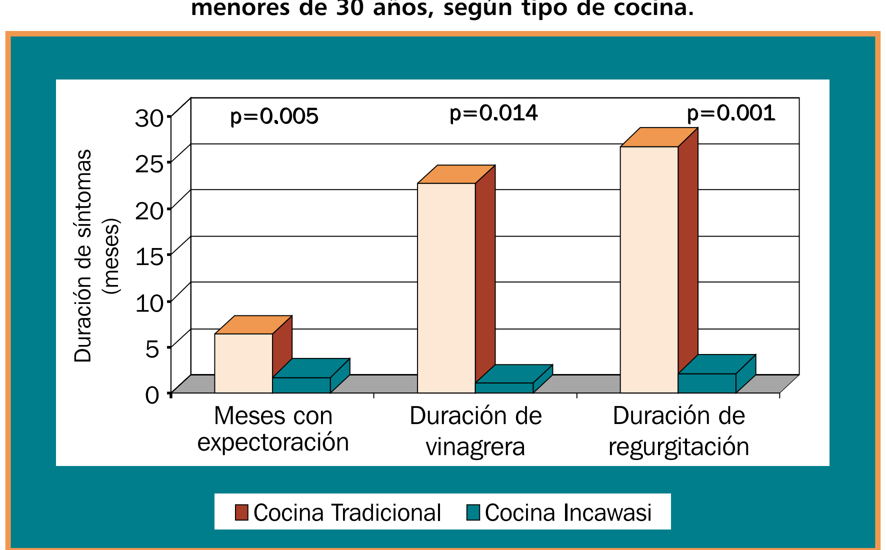


Figura 11: Síntomas presentados en menores de 30 años, de acuerdo al tipo de cocina

Porcentaje
p=0.024 p=0.05 p=0.008 p=0.041 p=0.05 p=0.05
Tos matutina
Expectoración
Tos productiva en los 2 últimos años
Expectoración en las últimas 2 sem
Disnea a moderados esfuerzos
Regurgitación
Cocina Tradicional
Cocina Incawasi

Para determinar si con la nueva cocina de combustibles de biomasa se logran disminuir los síntomas respiratorios Accinelli evaluó los mismos en las personas menores de 30 años. Escogimos sólo a este grupo porque consideramos que los mayores ya tenían cambios estructurales que hacía imposible ver disminución de los síntomas con sólo unos meses del cambio al modelo Ayamachay. Los resultados fueron impresionantes. (Figuras 11 y 12) Hubo síntomas que se presentaron casi en dos tercios menos de personas, y la duración de los mismos también disminuyó marcadamente como los meses con expectoración que disminuyeron de 6.4 a 1.75 meses. (p=0.005)

Figura 12: Tiempo de duración de síntomas en pobladores menores de 30 años, según tipo de cocina.

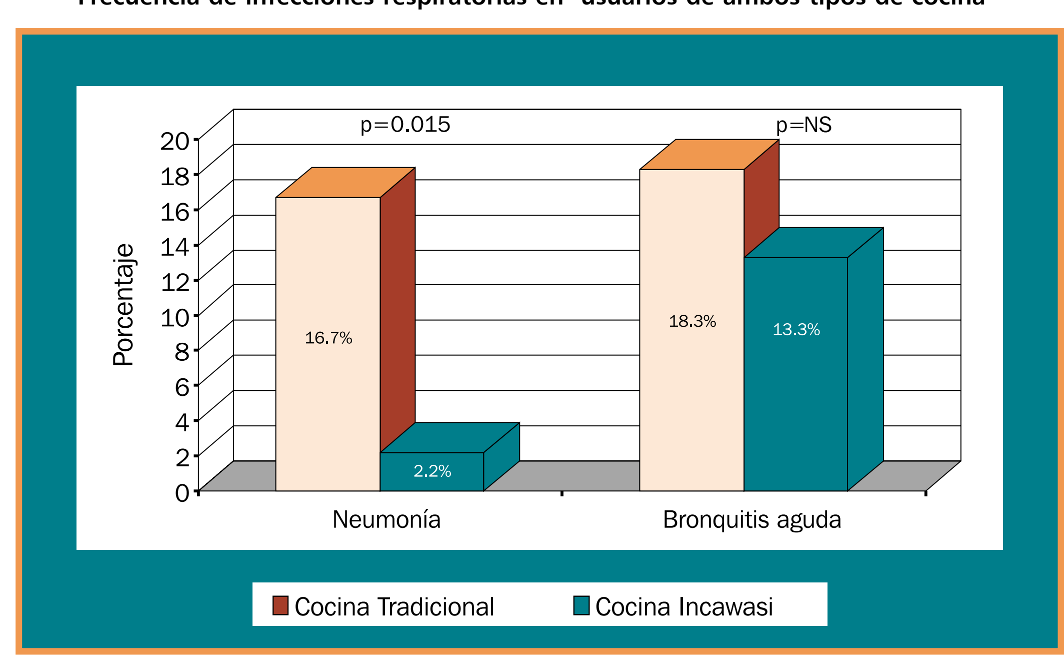




Accinelli también halló que las infecciones respiratorias fueron menos cuando se usó la cocina Ayamachay. (Figura 13) El porcentaje de personas que decía haber tenido neumonías fue casi 8 veces menos entre los que usaban cocinas Ayamachay.

Por tanto, el nuevo modelo no sólo contamina menos sino que es beneficioso para la salud de las personas que cocinan con combustibles de biomasa.

Figura 13:
Frecuencia de infecciones respiratorias en usuarios de ambos tipos de cocina



Aunque los combustibles de biomasa son los más contaminantes, son los de menor costo. Lo que en gran parte del ámbito rural peruano hace imposible que puedan ser reemplazados en el corto o mediano plazo por otros menos dañinos para la salud.

Los combustibles limpios, como por ejemplo el gas son un producto del mercado; mientras la leña para el campesino no conlleva un gasto monetario, si no tiempo y trabajo en recolectar y cortarla.

Por el momento, la única solución económica y socialmente posible es la construcción de nuevos modelos de cocinas para combustibles de biomasa que sean más eficientes, y que permitan, al emplear chimenea, que los contaminantes puedan ser sacados fuera de la habitación usada como cocina.



Proceso Constructivo y Montaje

Construcción de la Armazon de la Cocina.

La construcción se efectúa utilizando los siguientes materiales: adobe y barro.
Se levanta una plataforma de 55 cms. de ancho y 1.00m. de largo y una altura entre 35-40 cms. Posteriormente se continua levantando la plataforma con las medidas siguientes:55 cms de ancho, 57 cms de largo y una altura de 35 cms. Quedando el armazón como una escalera, se termina su construcción levantando en la dirección del largo de la estufa dos muros , pero colocando el adobe de pandereta, quedando como una especie de caja en donde posteriormente será instalado la cámara de combustión.

Fabricación e Instalación de la Cámara de Combustión.

La cámara de combustión puede ser hecha por un artesano local utilizando arcilla refractaria. Este tipo de cámara de combustión consiste en un codo de 12.7cm de diámetro interno, 30.5cm de largo, 30.50cm de altura y un espesor de (2.5-3)cm, se instala del siguiente modo:

El codo cerámico es colocado como una L en la parte central de la caja del armazón, se nivela horizontal y verticalmente y en el espacio entre los muros y codo cerámico se rellena con ceniza(aislamiento térmico) y en la parte que el codo cerámico esta al ras del armazón se levanta un muro con adobe teniendo cuidado que este no se apoye sobre el codo cerámico ; se continua rellenando con ceniza hasta 2.5cm por debajo de la boca superior del codo cerámico, se concluye sellando la ceniza con barro, dejando plano la superficie a la altura de la boca superior del codo cerámico.

Construcción de Agujeros Y Tuneles.

Para realizar este trabajo se utiliza los siguientes materiales:1.60 m. de fierro liso de 12.7mm de diámetro la cual se corta en 4 piezas de 40 cms., barro y moldes para los agujeros.

Luego sobre la superficie plana en la boca superior de la cámara de combustión se coloca el molde para agujeros de 29 cms de diámetro en forma concéntrica con la boca del codo cerámico; por la parte externa del molde se rellena con barro una altura de 2.5cm, se retira el molde y se colocan 2 piezas de fierro liso en la dirección del largo de la estufa y separados por el diámetro del codo cerámico, estos, son nivelados ya que sirven para soporte de las ollas, luego se coloca otra vez el molde de 29cms y se rellena con barro una altura de 6 cms, se deja secar un poco y se retira el molde, posteriormente se excava un canal hacia la segunda hornilla con las medidas siguientes: 10 cms de ancho, 6 cms de altura y 7 cms de largo.

Se rellena el resto de la estructura con barro hasta la altura del fondo del canal y se procede a construir el segundo agujero de manera similar al primer agujero y terminando el proceso construyendo el canal con las mismas medidas que la anterior pero en una dirección oblicua al eje que una los primeros agujeros, de tal forma que la chimenea al ser instalado quede cerca de la pared (lejos del operario) y así evitar quemaduras.

Construcción e Instalación de Losa de Concreto.

Para construir la losa de concreto se necesitan los siguientes materiales:



5 Kg. de cemento,1/2 balde concretero de ripio, ½ balde concretero de arena, 6 m. De fierro corrugado,20 cms de alambre galvanizado n° 16.

Sobre una superficie plana se coloca papel o plástico para evitar que cuando se vacee el concreto esta pueda adherirse a la superficie, entonces se coloca el encofrado de madera y se colocan los moldes de los agujeros en sus respectivas posiciones, procediéndose a vaciar la mezcla se coloca el alambrón que constituye el alma de la losa y se continua rellenando hasta dejar una superficie plana y pulida al ras del encofrado.

Se deja fraguar mínimo 2 horas y se retira el encofrado y moldes.

El diámetro de los agujeros para las ollas es de 25 cm y el agujero para la chimenea es de 7.6 cm de diámetro, las losas tienen un espesor de 3 cm, un ancho de 50 cm y un largo de 43 y 55cm respectivamente.

La instalación se realiza después de 5 días, tiempo en el cual se le echa agua periódicamente para asegurar un buen curado.

Para proceder a la instalación de la losa , se echa una pequeñísima capa de barro sobre la superficie plana ,en la parte superior de la estructura de barro, se coloca primero la losa de la primera hornilla, asegurándose que quede centrada y nivelada, luego se coloca la segunda losa teniendo los mismos cuidados que para la primera.. El desnivel entre la primera y segunda losa debe ser aproximadamente 8 cm. Y el ángulo de inclinación que tiene entre losa y losa es de 75°.

Habilitacion e Instalación de Chimenea.

Se retira la grasa que cubre al tubo electro soldado y se pinta con pintura anticorrosivo al tubo y al protector, se deja secar y se ensambla el protector al tubo con el alambre galvanizado n° 16 procediéndose a instalarlo del modo siguiente: con la ayuda de una plomada se ploma el agujero donde será instalado la chimenea y se marca el lugar por donde va a atravesar el techo, lugar en el cual se perfora un hueco del tamaño del diámetro de tubo, luego se introduce el tubo de arriba hacia abajo ensamblándolo a su respectivo agujero y terminando la instalación con una buena fijación tanto en la losa como en el techo y haciéndole un recubrimiento de barro en la parte inferior de la chimenea y evitar así accidentes por quemaduras.

Después de todo esto se revisa de nuevo toda la instalación dándole el acabado debido a las partes que lo requieran, se coloca una placa rectangular de metal de 1/8" de espesor 12 cm de ancho y 20 cm de largo dentro de la parte horizontal del codo cerámico cuyo propósito es para que por la parte superior se suministre la leña y le de a esta la forma de un emparrillado y por la parte inferior sea para el suministro de aire y asegurar de esta manera un buen suministro y distribución de aire a través del combustible leñoso.

Además si el combustible leñoso es largo se puede construir o colocar un soporte frente al lado del suministro de combustible para que la leña no caiga al suelo. De esta manera queda lista para su prueba y puesta en marcha.



Figura 14:
Croquis de la Cocina Incawasi

0.13
0.04
0.12
Chimenea
Metálica
Soporte de olla
(fierro)
Loza de concreto
Adobe
ceniza
0.81
codo de cerámica
plancha metálica
0.90
cuyero
(opcional)
0.35
0.12
0.58
1.00

Bibliografía



Accinelli R, et al.

Evaluación del efecto de los combustibles de biomasa en el aparato respiratorio en tres comunidades rurales andinas: Cutini Capilla (3850 m snm, Puno), Ayamachay y Uyshahuasi (2850 m snm, Lambayeque). Laboratorio de Respiración, Instituto de Investigaciones de la Altura, Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2004, Lima, Perú

Accinelli R, Herrera N.

Bronchial obstruction, hyper-responsiveness and oxygen desaturation related to biomass fuel combustion. Laboratorio de Respiración, Instituto de Investigaciones de la Altura, Universidad Peruana Cayetano Heredia, 1999, Lima, Perú

Bernilla J.

Diseño de un prototipo de cocina mejorada para la zona andina de la provincia de Ferreñafe. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú

Korc M, Quiñones M.

Diagnóstico comparativo de la calidad del aire de los interiores de las viviendas de dos poblaciones indígenas del Perú. CEPIS/OPS, Lima, Perú 2003